

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



18.05.2004

EP04/50785

|       |             |
|-------|-------------|
| REC'D | 09 JUN 2004 |
| WIPO  | PCT         |

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 26 044.7

Anmeldetag: 10. Juni 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen

IPC: F 02 M 45/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Klostermeyer

25.04.03

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für  
Brennkraftmaschinen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des  
Anspruchs 1.

20 Eine derartige Einspritzdüse ist beispielsweise aus der  
DE 100 58 153 A1 bekannt und besitzt einen Düsenkörper, an  
dem wenigstens ein erster Spritzloch sowie wenigstens ein  
zweites Spritzloch ausgebildet sind. In einer erster  
Nadelführung des Düsenkörpers ist eine als Hohlnadel  
ausgebildete erste Düsenadel geführt, mit der die  
Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine erste  
Spritzloch steuerbar ist. In der ersten Düsenadel ist  
25 koaxial eine zweite Düsenadel angeordnet, mit der die  
Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine zweite  
Spritzloch steuerbar ist. Bei der bekannten Einspritzdüse  
ist die zweite Düsenadel mit einem Antriebskolben  
antriebsverbunden, der in einem Steuerraum eine bei  
Druckbeaufschlagung in Schließrichtung wirksame Steuerfläche  
30 aufweist. Die zweite Düsenadel besitzt eine Druckstufe,  
d.h. eine Querschnittsfläche eines zwischen zweiter  
Düsenadel und Düsenkörper ausgebildeten zweiten  
35 Ventilsitzes ist kleiner als eine Querschnittsfläche einer

in der ersten Düsennadel zur Führung der zweiten Düsennadel ausgebildeten zweiten Nadelführung. Bei geöffneter erster Düsennadel wird die Druckstufe der zweiten Düsennadel mit Druck beaufschlagt, wobei die Druckstufe der zweiten Düsennadel in Öffnungsrichtung wirkt. Wenn bei geöffneter erster Düsennadel zusätzlich auch die zweite Düsennadel geöffnet werden soll, kann im Steuerraum der Druck abgesenkt werden, so dass die Öffnungskraft an der Druckstufe der zweiten Düsennadel überwiegt. Der zur Betätigung der zweiten Düsennadel erforderliche Aufwand ist hierbei relativ groß.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, dass zur Betätigung der zweiten Düsennadel kein separater Steuerraum hinsichtlich des darin herrschenden Drucks kontrolliert werden muss. Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, zur Betätigung der zweiten Düsennadel einen mechanischen Mitnehmer vorzusehen, der die Hubbewegung der ersten Düsennadel ab einem vorbestimmten Vorhub der ersten Düsennadel mit einer Hubbewegung der zweiten Düsennadel koppelt. Bei der Erfindung wird somit das Öffnen der zweiten Düsennadel in Abhängigkeit des Öffnungshubs der ersten Düsennadel gesteuert. Beim Öffnen der ersten Düsennadel bleibt die zweite Düsennadel solange geschlossen, bis der Öffnungshub der ersten Düsennadel den vorbestimmten Vorhub erreicht. Ab diesem Vorhub kann dann die erste Düsennadel die zweite Düsennadel mitnehmen, wodurch auch die zweite Düsennadel geöffnet wird. Der Öffnungshub der ersten Düsennadel kann in herkömmlicher Weise mittels eines entsprechenden Aktuators, insbesondere eines Piezoaktors, gesteuert werden. Dabei können die Öffnungszeiten und ein Abstand zwischen dem Öffnungszeitpunkt der ersten Düsennadel und dem Öffnungszeitpunkt der zweiten Düsennadel quasi

R. 304748

beliebig variiert werden. Dementsprechend können mit einem einzigen Aktuator beide Düsenadeln nacheinander zum Öffnen angesteuert werden. Der Aufwand zur Realisierung einer Ansteuerung der zweiten Düsenadel wird somit erheblich reduziert.

5

Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann die zweite Düsenadel so ausgestaltet sein, dass sie keine Druckstufe besitzt. Bei dieser Bauweise entspricht die 10 Querschnittsfläche im Dichtsitz der zweiten Düsenadel der Querschnittsfläche einer für die zweite Düsenadel vorgesehenen zweiten Nadelführung. Diese Bauweise hat zur Folge, dass sich die an der zweiten Düsenadel in 15 Öffnungsrichtung wirksamen Druckkräfte beim Öffnen der ersten Düsenadel nicht ändern. Des Weiteren ergeben sich bei geöffneter erster Düsenadel an den den Spritzlöchern zugeordneten Ende der zweiten Düsenadel keine in Öffnungsrichtung wirksamen (hydraulischen) Druckkräfte. Durch diese Bauweise wird ein vereinfachter Aufbau für die 20 Einspritzdüse unterstützt.

15

20

25

30

Bei einer Weiterbildung kann die zweite Düsenadel mit ihrem von den Spritzlöchern entfernten Ende in einem ersten Leckageraum angeordnet sein, wobei die zweite Düsenadel dann mit einer zweiten Feder in Schließrichtung vorgespannt ist. Der Leckageraum ist üblicherweise relativ drucklos, so dass an der zweiten Düsenadel im wesentlichen nur die zweite Feder in Schließrichtung wirkt. Insbesondere in Verbindung mit der fehlenden Druckstufe an der zweiten Düsenadel kann die zweite Düsenadel somit mit vergleichsweise kleinen Kräften geschlossen bzw. geöffnet werden. Dies ist für die vorgesehene mechanische Kopplung von besonderem Vorteil, da so Verschleißerscheinungen reduziert werden können.

35

Zweckmäßig können an den Düsenadeln ausgebildete Mitnehmerkonturen, die bei erreichen des Vorhubs die gewünschte mechanische Zwangskopplung zwischen den Düsenadeln erzeugen, so angeordnet sein, dass sie im ersten Leckageraum miteinander zusammenwirken. Dementsprechend herrscht in der Umgebung der Mitnehmerkonturen ein relativ geringer Umgebungsdruck, was die ordnungsgemäße Funktion der Mitnehmerkonturen unterstützt.

10 Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Einspritzdüse ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

15 Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzdüse sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf 20 gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

25 Fig. 1 bis 3 stark vereinfachte Längsschnitte durch Einspritzdüsen bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Entsprechend Fig. 1 weist eine erfindungsgemäße 30 Einspritzdüse 1 einen Düsenkörper 2 auf. Der Düsenkörper 2 ist mit wenigstens einem ersten Spritzloch 3 und mit wenigstens einem zweiten Spritzloch 4 ausgestattet, die in einen Brennraum oder Vormischraum 5 einer im übrigen nicht gezeigten Brennkraftmaschine einmünden. Üblicherweise sind

mehrere erste Spritzlöcher 3 und/oder mehrere zweite Spritzlöcher 4 vorgesehen.

Der Düsenkörper 2 enthält eine erste Nadelführung 6, in der eine erste Düsennadel 7 hubbeweglich verstellbar gelagert ist. Die erste Düsennadel 7 ist als Hohlnadel ausgebildet und enthält eine zweite Nadelführung 8, in der eine zweite Düsennadel 9 hubbeweglich verstellbar gelagert ist. Die zweite Düsennadel 9 ist dabei koaxial zur ersten Düsennadel 7 angeordnet.

Zwischen einer den Spritzlöchern 3, 4 zugewandten ersten Nadelspitze 10 und einer die Spritzlöcher 3, 4 enthaltenden Düsen spitze 11 ist ein ringförmiger erster Dichtsitz 12 ausgebildet, der stromauf der ersten Spritzlöcher 3 angeordnet ist. Die Querschnittsfläche 13 im ersten Dichtsitz 12 ist dabei kleiner als die Querschnittsfläche 14 der ersten Nadelführung 6, wodurch die ersten Düsennadel 7 eine Druckstufe besitzt. Die jeweiligen Querschnitte 13, 14 sind dabei durch Pfeile symbolisiert.

Desweiteren ist zwischen einer den Spritzlöchern 3, 4 zugewandten zweiten Nadelspitze 15 der zweiten Düsennadel 9 und der Düsen spitze 11 ein zweiter Dichtsitz 16 ausgebildet, der zwischen dem wenigstens einen ersten Spritzloch 3 und dem wenigstens einen zweiten Spritzloch 4 angeordnet ist. Im Unterschied zur ersten Düsennadel 7 besitzt die zweite Düsennadel 9 bei der hier gezeigten Ausführungsform keine Druckstufe, d.h., die Querschnittsfläche 17 des zweiten Dichtsitzes 16 ist gleich groß wie die Querschnittsfläche 18 der zweiten Nadelführung 8.

Durch die gewählte Positionierung der Dichtsitze 12, 16 ist mit der ersten Düsennadel 7 das wenigstens eine erste

R. 304748

Spritzloch 3 steuerbar, während mit der zweiten Düsenadel 9 das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 steuerbar ist.

Erfindungsgemäß ist nun an der ersten Düsenadel 7 eine  
5 erste Mitnehmerkontur 19 ausgebildet, die hier in Form einer  
Ringstufe ausgestaltet ist. An der zweiten Düsenadel 9 ist  
korrespondierend zur ersten Mitnehmerkontur 19 eine zweite  
Mitnehmerkontur 20 ausgebildet. Auch die zweite  
10 Mitnehmerkontur 20 kann durch eine entsprechend  
ausgestaltete Ringstufe gebildet sein. In der hier gezeigten  
Ausführungsform sind zur Ausbildung der zweiten  
Mitnehmerkontur 20 zumindest zwei radial abstehende Stege 21  
vorgesehen, die eine Querbohrung 22 an einem von der zweiten  
Nadelpitze 15 entfernten Ende 23 der zweiten Düsenadel 9  
15 eingesetzt sind. Grundsätzlich können für die Ausgestaltung  
der Mitnehmerkonturen 19, 20 auch andere Konstruktionen  
geeignet sein.

In dem in Fig. 1 gezeigten Ausgangszustand sind beide  
20 Düsenadeln 7, 9 geschlossen. Die Mitnehmerkonturen 19, 20  
sind so angeordnet, dass in der Schließstellung beider  
Düsenadeln 7, 9 in der Hubrichtung ein Abstand 24 zwischen  
den beiden Mitnehmern 19, 20 ausgebildet ist. Dieser Abstand  
24 wird im folgenden auch als Vorhub 24 bezeichnet.  
25

Der Düsenkörper 2 enthält außerdem eine Zuführungsleitung  
25, die zur Versorgung der Spritzlöcher 3, 4 mit einem unter  
Hochdruck stehenden Kraftstoff dient. Die Zuführungsleitung  
25 kommt üblicherweise von einem hier nicht gezeigten  
30 Hochdrucksammelraum, der mit einer entsprechenden  
Hochdruckpumpe gespeist wird, sogenanntes „Common-Rail-  
Prinzip“. Die Zuführungsleitung 25 führt im Düsenkörper 2  
zu einem Düsenraum 26, von dem aus die Spritzdüsen 3, 4 über  
einen Ringraum 27 mit Kraftstoff gespeist werden.

R. 304748

Im Düsenkörper 2 ist außerdem ein Übersetzerkolben 28 hubverstellbar gelagert. Dieser Übersetzerkolben 28 bildet üblicherweise einen Bestandteil der ersten Düsennadel 7, bzw. ist der Übersetzerkolben 28 zumindest mit der ersten Düsennadel 7 zur Übertragung von Zug- und Druckkräften in der Hubrichtung gekoppelt. Der Übersetzerkolben 28 besitzt eine erste Fläche 29, die in einem Kompensatorraum 30 angeordnet und dem dort herrschenden Druck ausgesetzt ist.

Der Kompensatorraum 30 kommuniziert über eine Bohrung 31 mit der Zuführungsleitung 25, so dass im Kompensatorraum 30 üblicherweise der Kraftstoffhochdruck herrscht. Im Bereich des Kompensatorraums 30 ist außerdem eine erste Feder 32 angeordnet, die sich einerseits am Düsenkörper 2 und andererseits am Übersetzerkolben 28 abstützt, wobei die erste Feder 32 den Übersetzerkolben 28 und somit die erste Düsennadel 7 in deren Schließrichtung vorspannt. Da die erste Fläche 29 von der ersten Nadelspitze 10 abgewandt ist, wirkt die ersten Fläche 29 bei einer Druckbeaufschlagung in Schließrichtung der ersten Düsennadel 7.

Der Übersetzerkolben 28 muss dabei nicht fest mit der ersten Düsennadel 7 verbunden sein, da einerseits die Druckstufe der ersten Düsennadel 7 und andererseits die Vorspannkraft der ersten Feder 32 sowie die Druckkräfte im Kompensatorraum 30 gegeneinander wirken, so dass der Übersetzerkolben 28 und die erste Düsennadel 7 bei einer Trennstelle 49 axial aneinander liegen können, ohne direkt miteinander verbunden zu sein. Dennoch bilden die erste Düsennadel 7 und der Übersetzerkolben 28 eine funktionale Einheit, deren Teilkomponenten 7, 28 gemeinsam bzw. synchron hubverstellt werden.

Am Übersetzerkolben 28 ist außerdem eine zweite Fläche 33 ausgebildet, die in einem ersten Steuerraum 34 angeordnet und dort mit Druck beaufschlagbar ist. Da die zweite Fläche

R. 304748

33 der ersten Nadelspitze 10 zugewandt ist, wirkt die zweite Fläche 33 bei einer Druckbeaufschlagung in Öffnungsrichtung der ersten Düsennadel 7. Der erste Steuerraum 34 kommuniziert über einen Steuerkanal 35 mit einem zweiten Steuerraum 36. In diesem zweiten Steuerraum 36 ist eine dritte Fläche 37 angeordnet und mit Druck beaufschlagbar. Diese dritte Fläche 37 ist dabei an einem Aktorkolben 38 ausgebildet, der mit einem nicht gezeigten Aktor oder Aktuator, der insbesondere als Piezoaktor ausgestaltet sein kann, antriebsverbunden ist.

Der zweite Steuerraum 36 ist über einen Einspeiskanal 39 an die Zuführungsleitung 25 angeschlossen, wobei im Einspeiskanal 39 ein Einspeisventil 40 angeordnet ist.

Dieses Einspeisventil 40 kann beispielsweise als Rückschlagsperrventil ausgestaltet sein, das zum zweiten Steuerraum 36 hin öffnet und zur Zuführungsleitung 25 hin sperrt.

Zwischen dem Aktorkolben 38 und dem Übersetzerkolben 28 kann ein Übersetzungsverhältnis für die daran angreifenden Kräfte ausgebildet werden. Das Übersetzungsverhältnis ergibt sich dabei aus der Relation der dritten Fläche 37 zur zweiten Fläche 33. Im vorliegenden Fall entspricht die dritte Fläche 37 der Querschnittsfläche 41 des Aktorkolbens 38, während sich die zweite Fläche 33 durch die Querschnittsfläche 42 des Übersetzerkolbens 28 an einem von der ersten Nadelspitze 10 entfernten Ende 43 der ersten Düsennadel 7 abzüglich der Querschnittsfläche 44 des Übersetzerkolbens 28 in einem im Bereich der zweiten Fläche 33 an das Ende 43 anschließenden Abschnitt ergibt.

Wie bereits weiter oben erläutert, bildet der Übersetzerkolben 28 zusammen mit der ersten Düsennadel 7 eine gemeinsam hubverstellbare Einheit. In der vorliegenden

R. 304748

Ausführungsform ist die erste Mitnehmerkontur 19 der ersten Düsennadel 7 am Übersetzerkolben 28 ausgebildet. Das von der zweiten Nadelspitze 15 entfernte Ende 23 der zweiten Düsennadel 9 ist vorzugsweise in einem ersten Leckageraum 45 angeordnet. Der erste Leckageraum 45 ist über eine Leckageleitung 46 mit einem relativ drucklosen Reservoir verbunden. In Hubrichtung zwischen dem Düsenraum 26 und dem ersten Steuerraum 34 ist ein zweiter Leckageraum 47 angeordnet, der über wenigstens eine Bohrung 48 mit dem ersten Leckageraum 45 kommuniziert. In diesem zweiten Leckageraum 47 können Leckagen, die zwischen dem Außenumfang der ersten Düsennadel 7 und der ersten Nadelführung 6 entstehen, abgeführt werden.

Die zweite Düsennadel 9 ist mit Hilfe einer zweiten Feder 50 in Schließrichtung vorgespannt. Die zweite Feder 50 stützt sich dabei einerseits am Düsenkörper 2 und andererseits an dem von den Spritzlöchern 3, 4 entfernten Ende 23 der zweiten Düsennadel 9 ab. Die zweite Feder 50 ist somit im ersten Leckageraum 45 angeordnet. Des Weiteren sind die Mitnehmerkonturen 19, 20 ebenfalls im ersten Leckageraum 45 positioniert.

Die Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 1 arbeitet wie folgt:

Im Ausgangszustand gemäß Fig. 1 herrscht in den Steuerräumen 34 und 36 sowie im Kompensatorraum 30 der Hochdruck, der auch in der Zuführungsleitung 25 und im Düsenraum 26 herrscht.

Um eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine erste Spritzloch 3 zu ermöglichen, führt der Aktorkolben 38 einen Hub durch, der das Volumen des zweiten Steuerraums 36 verringert. Die vom Aktorkolben 38 zum Öffnen der

Düsennadeln 7, 9 durchgeführte Hubbewegung ist in Fig. 1 durch einen Pfeil 67 symbolisiert.

Durch diesen Öffnungshub des Aktorkolbens 38 nimmt der Druck im zweiten Steuerraum 36 zu. Dieser Druck pflanzt sich über den Steuerkanal 35 in den ersten Steuerraum 34 fort.

Folglich führt der Übersetzerkolben 28 einen Öffnungshub durch, wobei dieser die ersten Düsennadel 7 mitnimmt und/oder wobei die erste Düsennadel 7 durch ihre Druckstufe in Öffnungsrichtung angetrieben ist und dem Übersetzerkolben 28 folgt. Mit andern Worten, die an der Einheit aus erster Düsennadel 7 und Übersetzerkolben 28 herrschende Kräftebilanz führt zu einer in Öffnungsrichtung wirksamen resultierenden Kraft. Das bedeutet, die erste Düsennadel 7 führt eine Öffnungsbewegung durch, bei der die erste Nadelspitze 10 vom ersten Dichtsitz 12 abhebt, so dass das wenigstens eine erste Spritzloch 3 mit dem Düsenraum 26 verbunden ist und Kraftstoff in den Brennraum 5 oder Vormischraum 5 einspritzen kann.

Solange die Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel 7 kleiner ist als der Vorhub 24 bleibt die zweite Düsennadel 9 in ihrer Schließstellung. Sobald jedoch die Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel 7 den Vorhub 24 erreicht, kommen die Mitnehmerkonturen 19, 20 in Kontakt bzw. in Eingriff.

Wenn für die erwünschte Kraftstoffeinspritzung das wenigstens eine erste Spritzloch 3 nicht ausreicht und zusätzliche eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 durchgeführt werden soll, wird der Aktor zur Durchführung einer weitergehenden Hubverstellung des Aktorkolbens 38 angesteuert. Bei einer über den Vorhub 24 hinausgehenden Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel 7 nimmt daher die erste Düsennadel 7 durch die Zwangskopplung der miteinander zusammenwirkenden Mitnehmerkonturen 19, 20

R. 304748

die zweite Düsenadel 9 mit, wodurch deren zweite Nadelspitze 15 vom zweiten Dichtsitz 16 abhebt. Bei geöffneter zweiter Düsenadel 9 kommuniziert dann auch das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 mit dem Düsenraum 26 und kann dementsprechend Kraftstoff in den Raum 5 eindüsen.

Da die zweite Düsenadel 9 keine Druckstufe besitzt, sind die von der ersten Düsenadel 7 zur Mitnahme der zweiten Düsenadel 9 aufzubringenden Kräfte vergleichsweise gering, da im wesentlichen nur die Schließkraft der zweiten Feder 50 überwunden werden muss.

Wenn der Einspritzvorgang beendet werden soll, wird der Aktor zum Zurückfahren des Aktorkolbens 38 angesteuert. Dadurch sinkt in den Steuerräumen 34 und 36 der Druck zumindest bis auf den Druck in der Zuführungsleitung 25 ab. Der Druck kann jedoch auch tiefer absinken, da auch das Einspeisventil 40 einen Druckabfall erzeugt. Sobald die Schließkräfte überwiegen, wird die erste Düsenadel 7 wieder in Schließrichtung angetrieben. Bei geschlossener erster Düsenadel 7 ist die zweite Düsenadel 9 an der zweiten Nadelspitze 15 drucklos, so dass spätestens dann die Schließkraft der zweiten Feder 50 auch die zweite Düsenadel 9 schließt.

Beim erfindungsgemäßen Einspritzventil 1 kann somit über den einstellbaren Hub des Aktorkolbens 38 der Hub der ersten Düsenadel 7 eingestellt werden. Über den Öffnungshub der ersten Düsenadel 7 kann auch die zweite Düsenadel 9 zum Öffnen angesteuert werden. Die Betätigung der beiden Düsenadel 7, 9 kann somit mit nur einem einzigen Aktor realisiert werden, wodurch die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 besonders preiswert herstellbar ist.

5

In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 dargestellt. Bezuglich Übereinstimmungen mit dem ersten Ausführungsbeispiel hinsichtlich Bauteilen und Funktionen wird auf das betreffend Fig. 1 gesagte verwiesen, so dass im nachfolgenden lediglich die Unterschiede zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 erläutert werden.

10

15

20

25

Entsprechend Fig. 2 wird auch bei dieser Ausführungsform die erste Düsennadel 7 von einem Übersetzerkolben 51 angetrieben, der einen Bestandteil der ersten Düsennadel 7 bildet kann oder zumindest mit dieser eine gemeinsam hubverstellbare Einheit bildet. Der Übersetzerkolben 51 besitzt eine erste Fläche 52, die in einem ersten Übersetzerraum 53 angeordnet und in diesem mit einem Druck beaufschlagbar ist. Die erste Fläche 52 ist von der ersten Nadelspitze 10 abgewandt, so dass sie bei Druckbeaufschlagung in Schließrichtung der ersten Düsennadel 7 wirkt. Bei dieser Ausführungsform ist der Übersetzerkolben 51 mit einer ersten Feder 54 in Öffnungsrichtung der ersten Düsennadel 7 vorgespannt. Die erste Feder 54 stützt sich dabei in einem außen am Übersetzerkolben 51 angeordneten zweiten Leckageraum 55 einenends am Düsenkörper 2 und anderenends an einer Stufe 56 am Übersetzerkolben 51 ab. Der zweite Leckageraum 55 kommuniziert über wenigstens eine Bohrung 57 mit dem innenliegenden ersten Leckageraum 45.

30

35

Der erste Übersetzerraum 53 kommuniziert über einen Übersetzerkanal 58 mit einem zweiten Übersetzerraum 59. In diesem zweiten Übersetzerraum 59 ist eine Rückhubfläche 60 eines Steuerkolbens 61 angeordnet und mit einem Druck beaufschlagbar. Die Rückhubfläche 60 ist dabei von den Spritzlöchern 3, 4 abgewandt. Der Steuerkolben 61 weist außerdem eine Vorhubfläche 62 auf, die den Spritzlöchern 3, 4 zugewandt, in einem Steuerraum 63 angeordnet und mit einem

Druck beaufschlagbar ist. Der Steuerraum 63 kommuniziert über eine Bohrung 64 mit der Zuführungsleitung 25. Durch die gewählte Anordnung trennt der Steuerkolben 61 den zweiten Übersetzerraum 59 vom Steuerraum 63. Diese Trennung ist 5 dabei so ausgeführt, dass radial zwischen dem Steuerkolben 61 und einer Steuerkolbenführung 65 ein Drosselpfad 66 ausgebildet ist, über den der zweite Übersetzerraum 59 mit dem Steuerraum 63 (gedrosselt) kommuniziert. Der Drosselpfad 66 ermöglicht bei statischen Zuständen oder bei relativ 10 langsamen Bewegungen einen Druckausgleich zwischen dem Steuerraum 63 und dem zweiten Übersetzerraum 59, so dass im zweiten Übersetzerraum 59 und folglich auch im ersten Übersetzerraum 53 der selbe Druck herrscht wie im Steuerraum 63, also wie in der Zuführungsleitung 25. Bei dynamischen 15 Zuständen, also bei relativ schnellen Hubbewegungen des Steuerkolbens 61 kann der Druckausgleich zwischen Steuerraum 63 und zweitem Übersetzerraum 59 über den Drosselpfad 66 nicht schnell genug stattfinden, so dass der Steuerkolben 61 im zweiten Übersetzerraum 59 relativ zum Steuerraum 63 20 Überdrücke und Unterdrücke erzeugen kann.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 2 arbeitet wie folgt:

25 Im Ausgangszustand gemäß Fig. 2 sind beide Düsenadeln 7, 9 geschlossen. Im ersten Übersetzerraum 53, im zweiten Übersetzerraum 59 und im Steuerraum 63 herrscht derselbe Druck wie in der Zuführungsleitung 25. In diesem Zustand stellt sich an der ersten Düsenadel 7 eine in Schließrichtung wirkende resultierende Kraft ein. Die zweite Düsenadel 9 ist im Bereich ihrer zweiten Nadelspitze 15 relativ drucklos, so dass die Rückstellkraft der zweiten Feder 50 relativ klein dimensioniert sein kann, um die zweite Düsenadel 9 zu schließen.

R. 304748

5

Wenn nun eine Einspritzung durch das wenigstens eine erste Einspritzloch 3 durchgeführt werden soll, wird ein entsprechender Aktor zur Durchführung einer Hubbetätigung des Steuerkolbens 51 angesteuert. Diese Hubbewegung ist in Richtung der Spritzlöcher 3, 4 orientiert, was wieder durch den Pfeil 67 angedeutet ist.

10

15

20

25

30

35

Bei dieser Bewegung vergrößert sich das Volumen des zweiten Übersetzerraums 59, wodurch dort der Druck abfällt. Dieser Druckabfall pflanzt sich bis in den ersten Übersetzerraum 53 fort, wodurch sich die Kräftebilanz an der ersten Düsenadel 7 ändert. Sobald die in Öffnungsrichtung wirksamen Kräfte der ersten Feder 54 und der Druckstufe der ersten Düsenadel 7 überwiegen, hebt die erste Düsenadel 7 vom ersten Dichtsitz 12 ab, so dass das wenigstens eine erste Spritzloch 3 mit dem Düsenraum 26 kommuniziert und dementsprechend Kraftstoff in den Brennraum/Vormischraum 5 eindüsen kann. Die Hubbewegung 67 des Steuerkolbens 61 ist dabei so dimensioniert, dass die Öffnungsbewegung der ersten Düsenadel 7 nicht den Vorhub 24 übersteigt.

Falls eine zusätzliche Kraftstoffeindüsung über das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 erwünscht ist, wird der Aktor so angesteuert, dass der Steuerkolben 61 eine weitergehende Hubbewegung ausführt. Als Reaktion darauf hebt die erste Düsenadel 7 weiter vom ersten Dichtsitz 12 ab, so dass ihre Öffnungsbewegung den vorbestimmten Vorhub 24 übersteigt. Dementsprechend kommen die Mitnehmerkonturen 19, 20 miteinander in Eingriff, so dass die erste Düsenadel 7 bei ihrer weitergehenden Hubbewegung die zweite Düsenadel 9 mitnimmt. Durch die Mitnahmebewegung der zweiten Düsenadel 9 hebt diese vom zweiten Dichtsitz 16 ab, so dass auch das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 mit dem Düsenraum 26 kommuniziert und dementsprechend Kraftstoff in den Raum 5 eindüsen kann.

5

10

25

30

Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Aktor so betätigt, dass der Steuerkolben 61 wieder zurückfährt und dabei das Volumen des zweiten Übersetzerraums 59 wieder verkleinert. Folglich steigt der Druck dort wieder etwa bis zu dem in der Zuführungsleitung 25 herrschenden Druck an. Die Kräftebilanz an der zweiten Düsenadel 7 wird dadurch wieder geändert, so dass eine Schließkraft resultiert, welche die erste Düsenadel 7 schließt. Spätestens wenn die erste Düsenadel 7 geschlossen ist, ändert sich auch an der zweiten Düsenadel 9 die Kräftebilanz dahingehend, dass die Schließkraft der zweiten Feder 50 überwiegt und auch die zweite Düsenadel 9 schließt.

15

Auch bei dieser Ausführungsform können die beiden Düsenadeln 7, 9 mit nur einem einzigen Aktuator gesteuert werden.

20

25

Des weiteren ist von besonderer Bedeutung, dass die zweite Düsenadel 9, keine Druckstufe besitzt, so dass sich die daran angreifende Kräftebilanz beim Öffnen der ersten Düsenadel 7 nicht ändert. Des Weiteren sind nur relativ kleine Schließkräfte erforderlich, um die zweite Düsenadel 9 in Ihre Schließstellung vorzuspannen und im Schließzustand zu halten.

In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 dargestellt. Wegen der Übereinstimmungen mit den ersten beiden Ausführungsbeispielen hinsichtlich Bauteilen und Funktionen wird auf das betreffend der Fig. 1 und 2 gesagte verwiesen, so dass im nachfolgenden lediglich die Unterschiede erläutert werden.

Entsprechend Fig. 3 ist auch bei dieser Ausführungsform zum Antrieb der ersten Düsenadel 7 ein Übersetzerkolben 68 vorgesehen, der eine zusammen mit der ersten Düsenadel 7 gemeinsam hubverstellbare Einheit bildet. Der  
5 Übersetzerkolben 68 besitzt eine erste Fläche 69, die in einem Steuerraum 70 angeordnet ist und dort einem Druck ausgesetzt werden kann. Die erste Fläche 69 ist dabei von den Spritzlöchern 3, 4 abgewandt, so dass sie bei einer Druckbeaufschlagung in Schließrichtung wirkt. Der  
10 Übersetzerkolben 68 enthält in seinem Inneren eine Kolbenführung 71, in der ein Steuerkolben 72 hubverstellbar gelagert ist. Der Steuerkolben 72 ist dabei koaxial im Übersetzerkolben 68 angeordnet. Der Steuerkolben 72 ist über eine Kopplungsstange 73 mit einem Aktor 74 gekoppelt,  
15 derart, dass der Aktor 74 über die Kopplungsstange 73 zumindest Druckkräfte auf den Steuerkolben 72 ausüben kann.

Der Steuerkolben 72 weist eine Steuerfläche 75 auf, die ebenfalls im Steuerraum 70 angeordnet und mit einem Druck beaufschlagbar ist. Des Weiteren ist der Steuerkolben 72 mittels einer ersten Feder 76 und mittels der zweiten Feder 51 in Richtung einer Verkleinerung des Volumens des Steuerraums 70 angetrieben. Die erste Feder 76 stützt sich dabei zwischen dem Düsenkörper 2 und einem Kolben 77 ab, der mit dem Aktor 74 antriebsverbunden ist. Sofern die drucksteife Kopplung zwischen Aktor 74, Kopplungsstange 73 und Steuerkolben 72 auch Zugkräfte übertragen kann, bewirkt die erste Feder 76 direkt eine Vorspannung des Steuerkolbens 72 in Richtung einer Volumenverkleinerung im Steuerraum 70.  
20 Sofern jedoch die Kopplung zwischen Aktor 74, Kopplungsstange 73 und Steuerkolben 72 keine Zugkräfte übertragen kann, bewirkt die erste Feder 76 lediglich eine Rückstellung des Aktors 74 und somit eine Druckentlastung des Steuerkolbens 72, wodurch die Vorspannung der zweiten  
25  
30

Feder 51 stärker in Richtung einer Volumenreduzierung im Steuerraum 70 wirken kann.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform weist die Einspritzdüse 1 außerdem einen Befüllungsraum 78 auf, der hier die Kopplungsstange 73 ringförmig umschließt. Dieser Befüllungsraum 78 kommuniziert über eine Bohrung 79 mit der Zuführungsleitung 25. Bezuglich der Hubrichtung ist zwischen dem Befüllungsraum 78 und dem Steuerraum 70 eine Kopplungsstangenführung 80 vorgesehen, welche die Kopplungsstange 73 axial führt. Der Steuerraum 70 wird aus dem Befüllungsraum 78 gespeist. Zu diesem Zweck ist radial zwischen der Kopplungsstange 73 und der Kopplungsstangenführung 80 ein Drosselpfad 81 ausgebildet, der den Steuerraum 70 mit dem Befüllungsraum 78 kommunizierend, jedoch gedrosselt verbindet. In einem statischen Zustand bzw. bei langsamen Bewegungen kann sich über den Drosselpfad 81 ein Druckausgleich zwischen dem Befüllungsraum 78 und dem Steuerraum 70 einstellen, so dass im Steuerraum 70 derselbe Druck herrscht wie in der Zuführungsleitung 25. Bei schnellen, also dynamischen Bewegungen des Steuerkolbens 72 kann über den Drosselpfad 81 der Druck zwischen Befüllungsraum 78 und Steuerraum 70 nicht schnell genug ausgeglichen werden, was zur Steuerung der Düsenadeln 7, 9 genutzt werden kann.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 stützt sich die zweite Feder 51 im Unterschied zu den Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 nicht direkt am Düsenkörper 2, sondern am Steuerkolben 72 ab. Dementsprechend bewirkt die zweite Feder 51 einerseits eine Vorspannung der zweiten Düsenadel 9 in deren Schließstellung und andererseits eine Vorspannung des Steuerkolbens 72 in Richtung einer Volumenreduzierung des Steuerraums 70. Jedoch sind auch bei der hier gezeigten Ausführungsform die zweite Feder 51 und die

R. 304748

Mitnehmerkonturen 19, 20 im ersten Leckageraum 45 untergebracht. Der erste Leckageraum 45 kommuniziert über wenigstens eine Bohrung 82 mit einem zweiten Leckageraum 83. Bei dieser Ausführungsform kommuniziert nicht der erste Leckageraum 45, sondern der zweite Leckageraum 83 über eine Leckageleitung 84 mit dem relativ drucklosen Reservoir.

Die zweite Feder 51 stützt sich dabei an einer Stützseite 85 des Steuerkolbens 72 ab, die den Spritzlöchern 3, 4 zugewandt und somit von der Steuerfläche 75 abgewandt ist.

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 3 arbeitet wie folgt:

In der in Fig. 3 gezeigten Ausgangsstellung herrscht im Steuerraum 70 der selbe Druck wie in der Zuführungsleitung 25. Die Kräftebilanz an der ersten Düsenadel 7 ist dabei so bemessen, dass eine resultierende Kraft in Schließrichtung wirkt.

Wenn nun eine Einspritzung durch das wenigstens eine erste Spritzloch 3 durchgeführt werden soll, wird der Aktor 74 so betätigt, dass dieser entsprechend dem Pfeil 67 eine Hubbewegung durchführt. Über die Kopplungsstange 73 wird der Hub des Aktors 74 in einen Hub des Steuerkolbens 72 übertragen. Der Hub des Steuerkolbens 72 bewirkt eine Verschiebung der Steuerfläche 75, wodurch sich das Volumen des Steuerraums 70 vergrößert. Da diese Volumenänderung sehr schnell erfolgt, kann durch den Drosselpfad 81 nicht rasch genug Kraftstoff nachströmen, so dass im Steuerraum 70 ein Unterdruck entsteht. Der Druckabfall im Steuerraum 70 hat eine Änderung der Kräftebilanz an der ersten Düsenadel 7 zur Folge, derart, dass nunmehr die in Öffnungsrichtung wirksamen Kräfte der Druckstufe der ersten Düsenadel 7 überwiegen. An der ersten Düsenadel 7 stellt sich somit

5

10

eine in Öffnungsrichtung wirksame resultierende Kraft ein,  
so dass die erste Düsenadel 7 vom ersten Dichtsitz 12  
abhebt. In der Folge kommuniziert das wenigstens eine erste  
Spritzloch 3 mit dem Düsenraum 26 und kann Kraftstoff in den  
Raum 5 eindüsen. Solange die Kraftstoffeindüsung nur durch  
das wenigstens eine erste Spritzloch 3 durchgeführt werden  
soll, erfolgt die Betätigung des Aktors 74 bzw. die  
Ansteuerung des Steuerkolbens 72 so, dass der Öffnungshub  
der ersten Düsenadel 7 kleiner ist als der vorbestimmte  
Vorhub 24.

15

20

25

Wenn nun pro Zeiteinheit mehr Kraftstoff in den Raum 5  
eingedüst werden soll, kann es erforderlich sein, zusätzlich  
durch das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 Brennstoff in  
den Brennraum 5 einzudüsen. Um dies zu ermöglichen, wird der  
Aktor 74 zu einer weitergehenden Hubstellung angesteuert,  
so dass auch der damit gekoppelte Steuerkolben 72 eine  
weitergehende Hubbewegung durchführt. Dies hat zur Folge,  
dass die erste Düsenadel 7 noch weiter vom ersten Dichtsitz  
abhebt und den vorgegebenen Vorhub 24 überschreitet. Hierbei  
kommt es wieder zum gewünschten Zusammenwirken der beiden  
Mitnehmerkonturen 19, 20, so dass die über den Vorhub 24  
hinausgehende Öffnungshubbewegung der zweiten Düsenadel 7  
die erste Düsenadel 9 mitnimmt. Dementsprechend hebt die  
zweite Düsenadel 9 vom zweiten Dichtsitz 16 ab, so dass in  
der Folge das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 ebenfalls  
mit dem Düsenraum 26 kommuniziert und Kraftstoff in den Raum  
5 eindüsen kann.

30

Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Aktor 74 zum  
Zurückstellen des Steuerkolbens 72 angesteuert, was durch  
die erste Feder 76 unterstützt werden kann. Gleichzeitig  
unterstützt auch die zweite Feder 51 die Rückstellbewegung  
des Steuerkolbens 72. Die zweite Feder 51 treibt dabei

R. 304748

gleichzeitig die zweite Düsenadel 9 in deren Schließstellung an.

Auch bei dieser Ausführungsform kann mit nur einem einzigen  
5 Aktor 74 bedarfsabhängig nur die erste Düsenadel 7 oder zuerst die erste Düsenadel 7 und anschließend die zweiten Düsenadel 9 zum Öffnen angesteuert werden.

10



R. 304748

25.04.03

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

**Ansprüche**

1. Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine,

15

- mit einem Düsenkörper (2), der wenigstens ein erstes Spritzloch (3) und wenigstens ein zweites Spritzloch (4) aufweist,
- mit einer in einer ersten Nadelführung (6) des Düsenkörpers (2) geführten, als Hohlnadel ausgebildeten ersten Düsennadel (7),

20

- mit einer koaxial zur ersten Düsennadel (7) angeordneten zweiten Düsennadel (9),
- wobei mit der ersten Düsennadel (7) die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine erste Spritzloch (3) steuerbar ist,
- wobei mit der zweiten Düsennadel (9) die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine zweite Spritzloch (4) steuerbar ist,

25

dadurch gekennzeichnet,

30

dass an der ersten Düsennadel (7) eine erste Mitnehmerkontur (19) ausgebildet ist, die beim Öffnen der ersten Düsennadel (7) nach einem vorbestimmten Vorhub (24) mit einer an der zweiten Düsennadel (9) ausgebildeten zweiten Mitnehmerkontur (20) zusammenwirkt und bei einer über den Vorhub (24)

R. 304748

hinausgehenden Öffnungsbewegung der ersten Düsenadel (7) die zweite Düsenadel (9) zum Öffnen mitnimmt.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Mitnehmerkonturen (19, 20) in einem im ersten  
Leckageraum (45) miteinander zusammenwirken.

10 3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die zweite Düsenadel (9) keine Druckstufe besitzt.

15 4. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
- dass zum Antrieb der ersten Düsenadel (7) ein  
Übersetzerkolben (28) vorgesehen ist, der in einem  
Kompensatorraum (30) eine bei Druckbeaufschlagung in  
Schließrichtung wirksame erste Fläche (29) und in einem  
ersten Steuerraum (34) eine bei Druckbeaufschlagung in  
Öffnungsrichtung wirksame zweite Fläche (33) aufweist,  
20 - dass der Kompensatorraum (30) mit einer Zuführungsleitung  
(25) kommuniziert, die den Spritzlöchern (3, 4) unter  
Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt,  
- dass der erste Steuerraum (34) mit einem zweiten  
Steuerraum (36) kommuniziert, in dem ein Aktorkolben (38)  
25 eine dritte Fläche (37) aufweist.

30 5. Einspritzventil nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
- dass der Übersetzerkolben (28) zusammen mit der ersten  
Nadel (7) eine gemeinsam hubverstellbare Einheit bildet,  
- dass die erste Mitnehmerkontur (19) am Übersetzerkolben  
(28) ausgebildet ist.

35 6. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

R. 304748

dadurch gekennzeichnet,  
dass zum Antrieb der ersten Düsennadel (7) ein  
Übersetzerkolben (51) vorgesehen ist, der in einem ersten  
Übersetzerraum (53) eine bei Druckbeaufschlagung in  
5 Schließrichtung wirksame erste Fläche (52) aufweist und in  
einem zweiten Leckageraum (55) mit einer ersten Feder (54)  
in Öffnungsrichtung vorgespannt ist.

10 7. Einspritzdüse nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Übersetzerkolben (51) wenigstens eine Bohrung (57)  
aufweist, durch welche der zweite Leckageraum (55) mit dem  
ersten Leckageraum (45) kommuniziert.

15 8. Einspritzdüse nach Anspruch 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
- dass ein Steuerkolben (61) vorgesehen ist, der in einem  
Steuerraum (63) eine Vorhubfläche (62) und in einem  
zweiten Übersetzerraum (59) eine Rückhubfläche (60)  
20 aufweist,  
- dass der Steuerraum (63) mit einer Zuführungsleitung (25)  
kommuniziert, die den Spritzlöchern (3, 4) unter  
Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt,  
- dass die Rückhubfläche (60) und die Vorhubfläche (62) an  
gegenüberliegenden Seiten des Steuerkolbens (61)  
angeordnet sind,  
- dass der Steuerkolben (61) den Steuerraum (63) vom  
zweiten Übersetzerraum (59) trennt,  
- dass der erste Übersetzerraum (53) mit dem zweiten  
Übersetzerraum (59) kommuniziert.

30 9. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (63) über einen  
Drosselpfad (66) mit dem zweiten Übersetzerraum (59)  
35 kommuniziert.

10. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,

5           - dass zum Antrieb der ersten Düsenadel (7) ein  
Übersetzerkolben (68) vorgesehen ist, der in einem  
Steuerraum (70) eine bei Druckbeaufschlagung in  
Schließrichtung wirksame erste Fläche (69) aufweist,  
- dass ein Steuerkolben (72) vorgesehen ist, der im  
Steuerraum (70) eine Steuerfläche (75) aufweist und  
mittels eines Aktors (74) zur Vergrößerung des Volumens  
10           im Steuerraum (70) antreibbar ist.

11. Einspritzventil nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,

15           dass der Steuerkolben (72) koaxial im Übersetzerkolben (68)  
geführt ist.

12. Einspritzventil nach Anspruch 10 oder 11,  
dadurch gekennzeichnet,

20           - dass der Steuerraum (70) aus einem Befüllungsraum (78)  
gespeist ist, der mit einer Zuführungsleitung (25)  
kommuniziert, die den Spritzlöchern (3, 4) unter  
Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt,  
- dass der Steuerraum (70) über einen Drosselpfad (81) mit  
25           dem Befüllungsraum (78) kommuniziert.

13. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 10 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,

30           dass die zweite Düsenadel (9) mit einer zweiten Feder (50)  
in Schließrichtung vorgespannt ist, die sich einenends an  
der zweiten Düsenadel (9) und anderenends an einer von der  
Steuerfläche (75) abgewandten Stützseite (85) des  
Steuerkolbens (72) abstützt.

25.04.03

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse (1) für eine Brennkraftmaschine, umfassend einen Düsenkörper (2), der wenigstens ein erstes Spritzloch (3) und wenigstens ein zweites Spritzloch (4) aufweist, eine in einer ersten Nadelführung (6) des Düsenkörpers (2) geführte, als Hohlnadel ausgebildete erste Düsennadel (7), mit der die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine erste Spritzloch (3) steuerbar ist, sowie eine koaxial zur ersten Düsennadel (7) angeordnete zweite Düsennadel (9), mit der die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine zweite Spritzloch (4) steuerbar ist.

Um die Ansteuerung der zweiten Düsennadel (9) zu vereinfachen, ist an der ersten Düsennadel (7) eine erste Mitnehmerkontur (19) ausgebildet, die beim Öffnen der ersten Düsennadel (7) nach einem vorbestimmten Vorhub (24) mit einer an der zweiten Düsennadel (9) ausgebildeten zweiten Mitnehmerkontur (20) zusammenwirkt und bei einer über den Vorhub (24) hinausgehenden Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel (7) die zweite Düsennadel (9) zum Öffnen mitnimmt.

35

(Fig. 1)

25.04.03

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

## Bezugszeichenliste

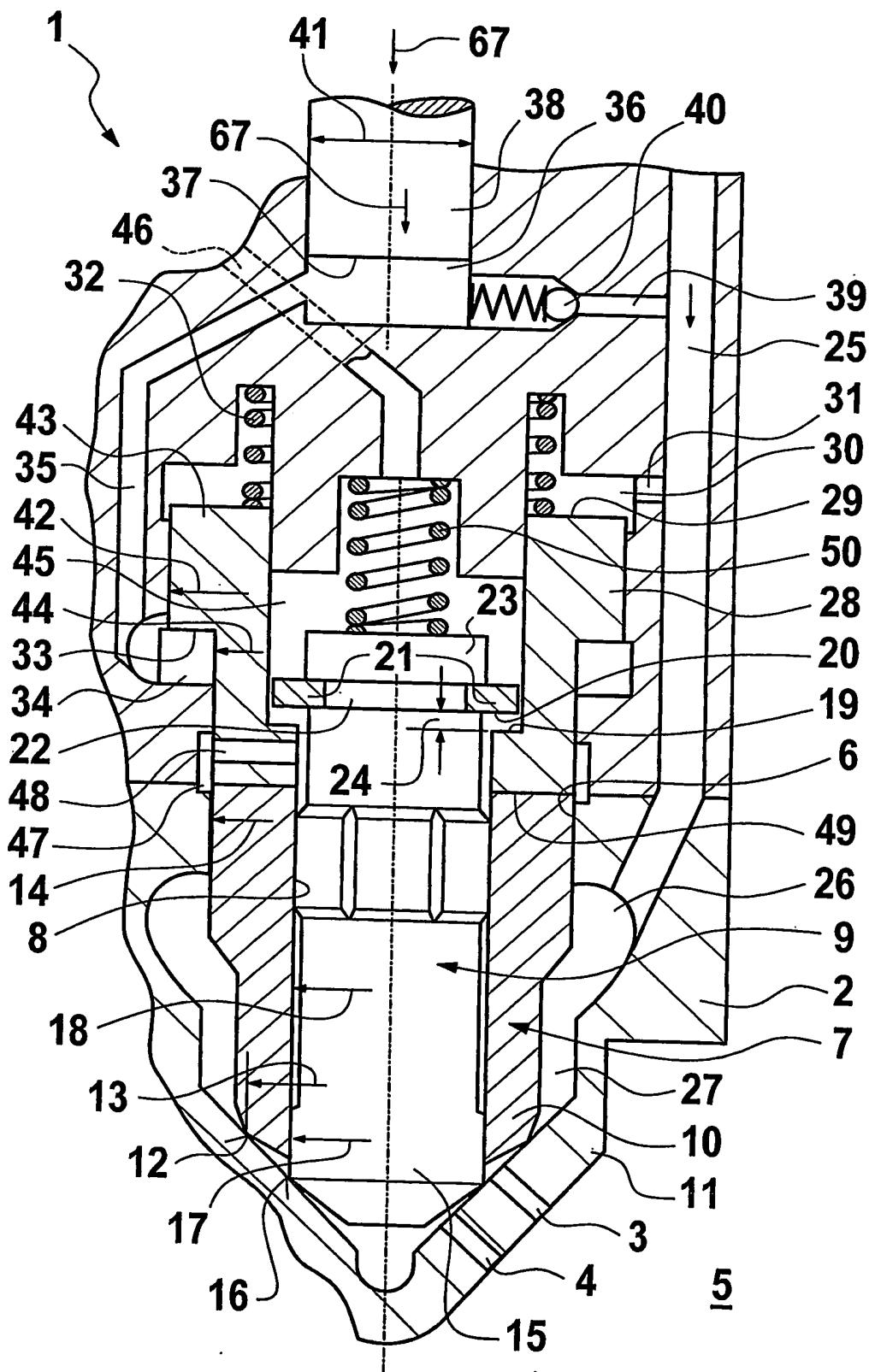
|    |    |                          |
|----|----|--------------------------|
|    | 1  | Einspritzdüse            |
| 15 | 2  | Düsenkörper              |
|    | 3  | erstes Spritzloch        |
|    | 4  | zweites Spritzloch       |
|    | 5  | Brennraum/Vormischraum   |
|    | 6  | erste Nadelführung       |
| 20 | 7  | erste Düsenadel          |
|    | 8  | zweite Nadelführung      |
|    | 9  | zweite Düsenadel         |
|    | 10 | erste Nadelspitze        |
|    | 11 | Düsenspritze             |
| 25 | 12 | erster Dichtsitz         |
|    | 13 | Querschnitt von 12       |
|    | 14 | Querschnitt von 6        |
|    | 15 | zweite Nadelspitze       |
|    | 16 | zweiter Dichtsitz        |
| 30 | 17 | Querschnittfläche von 16 |
|    | 18 | Querschnittfläche von 8  |
|    | 19 | erste Mitnehmerekontur   |
|    | 20 | zweite Mitnehmerekontur  |
|    | 21 | Steg                     |
| 35 | 22 | Querbohrung in 23        |

- 23 Ende von 9
- 24 Abstand/Vorhub
- 25 Zuführungsleitung
- 26 Düsenraum
- 5 27 Ringraum
- 28 Übersetzerkolben
- 29 erste Fläche von 28
- 30 Kompensatorraum
- 31 Bohrung
- 10 32 erste Feder
- 33 zweite Fläche von 28
- 34 erster Steuerraum
- 35 Steuerkanal
- 36 zweiter Steuerraum
- 15 37 dritte Fläche von 28
- 38 Aktorkolben
- 39 Einspeiskanal
- 40 Einspeisventil
- 41 Querschnittsfläche von 38
- 20 42 Querschnittsfläche von 28
- 43 Ende von 7
- 44 Querschnittsfläche von 28
- 45 erster Leckageraum
- 46 Leckageleitung
- 25 47 zweiter Leckageraum
- 48 Bohrung
- 49 Trennstelle
- 50 zweite Feder
- 51 Übersetzerkolben
- 30 52 erste Fläche
- 53 erster Übersetzerraum
- 54 erste Feder
- 55 zweiter Leckageraum
- 56 Stufe an 51
- 35 57 Bohrung

- 58      Übersetzerkanal
- 59      zweiter Übersetzerraum
- 60      Rückhubfläche von 61
- 61      Steuerkolben
- 5        62      Vorhubfläche von 61
- 63      Steuerraum
- 64      Bohrung
- 65      Steuerkolbenführung
- 66      Drosselpfad
- 10      67      Öffnungsrichtung
- 68      Übersetzerkolben
- 69      erste Fläche
- 70      Steuerraum
- 71      Kolbenführung
- 15      72      Steuerkolben
- 73      Kopplungsstange
- 74      Aktor
- 75      Steuerfläche
- 76      erste Feder
- 20      77      Kolben
- 78      Befüllungsraum
- 79      Bohrung
- 80      Kopplungsstangenführung
- 81      Drosselpfad
- 25      82      Bohrung
- 83      zweiter Leckageraum
- 84      Leckageleitung
- 85      Stützseite von 72

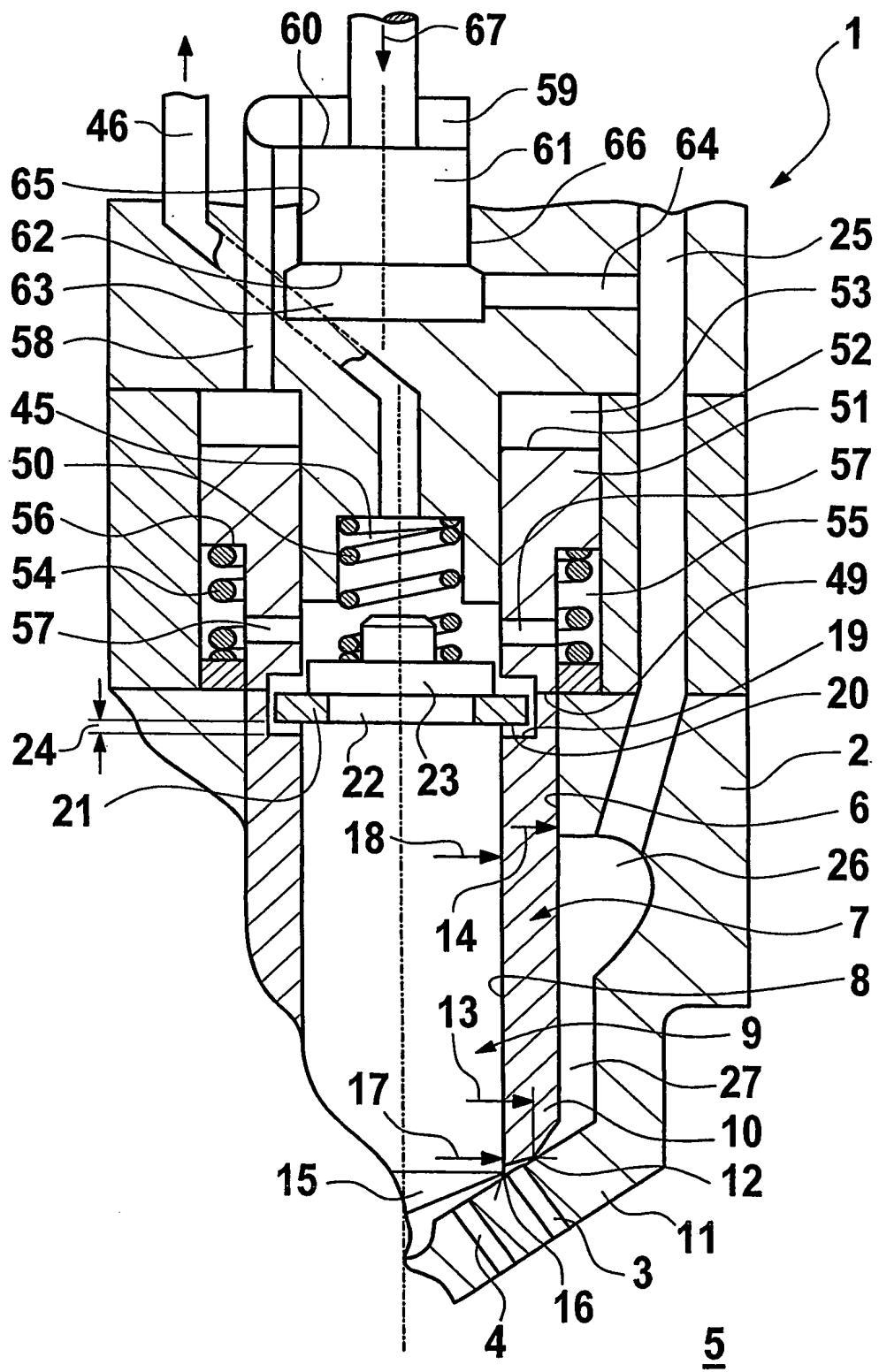
1 / 3

FIG. 1



2 / 3

FIG. 2



3 / 3

FIG. 3

